



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2002-12172  
(P2002-12172A)

(43)公開日 平成14年1月15日(2002.1.15)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	デマゴート*(参考)
B 6 2 D 53/08		B 6 2 D 53/08	Z 2 F 0 6 j
13/00		13/00	
G 0 1 B 11/26		G 0 1 B 11/26	H

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 12 頁)

(21)出願番号 特願2000-198536(P2000-198536)

(22)出願日 平成12年6月30日(2000.6.30)

(71)出願人 000000170

いすゞ自動車株式会社

東京都品川区南大井6丁目26番1号

(72)発明者 南野 政明

神奈川県藤沢市土棚8番地 いすゞ自動車

株式会社藤沢工場内

(74)代理人 100090011

弁理士 茂泉 修司

Fターム(参考) 2F065 AA32 BB28 CC00 DD02 FF04

JJ03 JJ05 JJ08 JJ09 JJ26

QQ04 QQ13 QQ24 QQ32 SS02

SS04 SS13 UU03 UU09

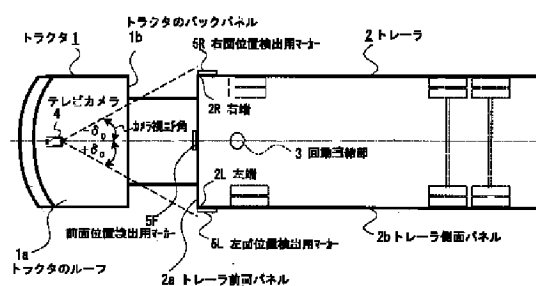
(54)【発明の名称】 トレーラ連結角検出装置

(57)【要約】

【課題】構造が簡単で角度誤差が小さくトレーラに大掛かりな改造を必要としないトレーラ連結角検出装置を実現する。

【解決手段】トラクタ1にテレビカメラ4を設置し、トレーラ2の前面パネル2aにおいてテレビカメラ4と相対的に所定の位置になるように前面位置検出用マーカー5Fを設置し、テレビカメラ4の出力画像内の前面位置検出用マーカー5Fの画像位置を検出することによりトレーラ2の連結角 $\theta$ を求める。また、前面位置検出用マーカー5Fが検出できない場合でも、トレーラ2の両側面2bの前方にそれぞれ側面位置検出用マーカー5L, 5Rを設置しておき、この側面位置検出用マーカー5L, 5Rを検出したときに、同様にそのマーカーの画像位置を検出する。さらには、テレビカメラをトラクタ1の左右端部に1台ずつ設置しておき、両カメラの出力画像からトレーラの屈曲方向を検出し、その屈曲方向に応じて選択的にカメラの出力画像を使用して連結角を検出する。

実施例(1)及び(2)



【特許請求の範囲】

【請求項1】トレーラと共に連結車両を形成するトラクタに設置されたテレビカメラと、  
該トレーラの前面パネルにおいて、該テレビカメラと相対的な所定位置に設置された前面位置検出用マーカート、  
該テレビカメラの出力画像内の該マーカの画像位置を検出することにより該トレーラの連結角を求める演算処理装置と、  
を備えたことを特徴とするトレーラ連結角検出装置。

【請求項2】請求項1において、  
該トレーラの各側面パネルの前方に側面位置検出用マーカを該テレビカメラと相対的な所定位置に設置し、該演算処理装置は、該連結角が所定値より大きくなるか又は該前面位置検出用マーカが検出できないときに、いずれかの該側面位置検出用マーカを検出した場合には、該側面位置検出用マーカの画像位置に基づいて該トレーラの連結角を求めることを特徴としたトレーラ連結角検出装置。

【請求項3】請求項1又は2において、  
該テレビカメラが、該トレーラの左右方向の中央部に1台設置されており、該前面位置検出用マーカが該前面パネルの中央部に設置されていることを特徴としたトレーラ連結角検出装置。

【請求項4】請求項1において、  
該テレビカメラが、該トラクタの左右端部に1台ずつ設置されており、該演算処理装置は、両カメラの出力画像から該トレーラの屈曲方向を検出し、該屈曲方向と反対側の該テレビカメラの出力画像から該トレーラの連結角を求めることを特徴としたトレーラ連結角検出装置。

【請求項5】請求項4において、  
各テレビカメラが所定角度だけ予め車両の内側に傾けられていることを特徴としたトレーラ連結角検出装置。

【請求項6】請求項1乃至5のいずれかにおいて、  
該テレビカメラの位置を座標の原点としたとき、該演算処理装置は、直進状態時を基準として該マーカの画像位置を該原点からの水平角度として求めると共に該水平角度から諸定数を用いて該連結角を求めることを特徴としたトレーラ連結角検出装置。

【請求項7】請求項6において、  
該水平角度と該連結角との関係が予めマップに記憶されていることを特徴とするトレーラ連結角検出装置。

【請求項8】請求項1乃至7のいずれかにおいて、  
該演算処理装置が該マーカの種々のパターンを予め記憶しておき、該テレビカメラの出力画像と比較することにより該マーカの画像位置を検出することを特徴としたトレーラ連結角検出装置。

【請求項9】請求項1乃至8のいずれかにおいて、  
各マーカが異なる形状であることを特徴としたトレーラ連結角検出装置。

【請求項10】請求項1乃至8のいずれかにおいて、  
該テレビカメラがカラーテレビカメラであり、該各マーカが色違いの同形状のものであることを特徴としたトレーラ連結角検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はトレーラ連結角検出装置に関し、特に連結車両を形成するトラクタとトレーラの連結角を検出する装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】トラクタとトレーラの連結角を検出する装置としては以下に示す従来技術が既に提案されている。

①特開平6-87462号、同6-255529号、同6-278640号 実開平3-52285号これらは何れもトラクタとトレーラの連結角を機械的に取り出す装置を開示したものであり、具体的にはキングピンを中心部に固設したターンテーブルをトレーラに回転可能に取り付け、トラクタの旋回に応じターンテーブルとキングピンが一体になって回転し、連結角の変化が該キングピンに固着したレバーの回転によって取出される構成を有するものである。

【0003】このような機械的に連結角を取り出す方式は現実に実用化されているが、キングピンを回転可能に取り付ける構成や該キングピンがカプラの相対角変化に連動して回転するようにする構成等に対する部品が非常に多く、構造が複雑でかなり高価となり、かつキングピンにアーム取り付け等の加工が必要で、最重要部品であるキングピンにとって保安上、好ましくない。

【0004】②特開平8-332973号

トレーラの前部下面にキングピンを中心とする円弧状の磁気スケールを埋設すると共に、トラクタ側に磁気センサを取り付け、磁気センサの出力パルス数をカウントすることにより連結角を演算している。この装置はトレーラの前部下面に磁気スケールを埋設しているため、トレーラ側に大がかりな改修が必要となり、トレーラを交換した場合に対応し難い問題がある。

【0005】③特開平4-254268号

この公報の図8にはトラクタのキャブ後部の中央から少し横にずれた箇所から超音波を発射し、トラクタの前面からの反射波を受信し、その経過時間で距離を演算し、その距離から連結角を演算する装置について提案している。

【0006】この装置は超音波による測距が基本であるため、分解能が低いと言う問題があり、かつトラクタとトレーラ間の距離で連結角を演算しようとしているため、測定した距離の誤差が小さくとも、角度としては非常に大きな誤差になってしまうと言う欠点がある。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】このように従来のトレーラ連結角検出装置は、構造が複雑で高価な機械式のも

のであるか、装置が大掛かりになったり大きな角度誤差を含む演算方式を採用したものであった。

【0008】従って本発明は、構造が簡単で角度誤差が小さくトレーラに大掛かりな改造を必要としないトレーラ連結角検出装置を実現することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため、本発明に係るトレーラ連結角検出装置は、トレーラと共に連結車両を形成するトラクタに設置されたテレビカメラと、該トレーラの前面パネルにおいて、該テレビカメラと相対的な所定位置に設置された前面位置検出用マーカースと、該テレビカメラの出力画像内の該マーカの画像位置を検出することにより該トレーラの連結角を求める演算処理装置と、を備えたことを特徴としている。

【0010】すなわち本発明では、トラクタの、例えばトレーラの左右方向の中央部にテレビカメラを1台設置しておき、このテレビカメラの設置位置と相対的な所定位置、例えばトレーラの前面パネルの中央部において前面位置検出用マーカースを予め設置しておく。

【0011】そして、演算処理装置は、トレーラが左又は右方向に屈曲するとき、テレビカメラの出力画像内において該前面位置検出用マーカースが、例えばテレビカメラを原点とした時の基準画像位置である直進状態における画像位置からどのくらいずれているかを示す水平角度を検出することにより、その他の諸定数を用いてトレーラの連結角を求めることができる。

【0012】このようにして本発明においては、トレーラに大掛かりな改修を必要とせずに、構造が簡単で角度誤差が小さいトレーラ連結角検出装置を実現することができる。このように検出した連結角は、トレーラの走行軌跡予測やサイドミラーの回動制御に利用することができる。

【0013】一方、トレーラの前面パネルに前面位置検出用マーカースを設置した場合、トレーラの連結角が非常に大きくなると該前面位置検出用マーカースを検出できないか、又は検出できても該マーカースによって求めた連結角が正確でない場合がある。そこで、本発明では、トレーラの両側面パネルの前方にそれぞれ側面位置検出用マーカースをテレビカメラと相対的な所定位置に設置しておき、演算処理装置は、上記のようにして求めた連結角が所定値より大きくなるか又は前面位置検出用マーカースを検出できないとき、いずれかの側面位置検出用マーカースを検出すれば、この側面位置検出用マーカースの画像位置を前面位置検出用マーカースの場合と同様に水平角度として検出することにより、トレーラの連結角を求めることができる。これにより、前面位置検出用マーカースだけでは検出できなかったほぼ全ての屈曲状態における連結角を求めることができる。

【0014】また、トレーラが大きく屈曲したまま駐車

していた後にシステムが作動した場合などは、前面位置検出用マーカースを検出できないことがあるが、側面位置検出用マーカースを用いれば左右どちらかの側面位置検出用マーカースが検出され、且つそれが左右どちらであるかが分かるので、直ちにトレーラ連結角を求めることができる。

【0015】さらに、本発明においては、テレビカメラをトラクタの左右端部に1台ずつ設置しておくこともできる。この場合、演算処理装置は、両方のテレビカメラの出力画像からトレーラの屈曲方向を検出し、この屈曲方向とは反対側のテレビカメラの出力画像から上記と同様にして連結角を求めることができる。

【0016】また、各テレビカメラは予め所定角度だけ車両の内側に傾けるように設置してもよい。これにより、各テレビカメラの視野角はトレーラが屈曲したときに前面位置検出用マーカースの移動軌跡が含まれる範囲で済み、直後ろを向く場合に比べて狭いものでよくなる。

【0017】なお、この水平角度と連結角を予めマップとして記憶しておけば、水平角度さえ求めれば、一々演算することなく連結角を決定することができる。また、該演算処理装置が該マーカースの種々のパターンを予め記憶しておき、該テレビカメラの出力画像と比較することにより該マーカースの画像位置を検出することができる。

【0018】さらに、上記のテレビカメラが、白黒及びカラーテレビのいずれの場合でも、各マーカースは、色に関係なく少なくとも形状が異なっていればよく、さらにカラーテレビカメラの場合には各マーカースは同一形状であっても少なくとも色が異なっていればよい。

【0019】

【発明の実施の形態】図1は、本発明に係るトレーラ連結角検出装置の実施例(1)及び(2)を車両に搭載した場合の概略平面図を示している。図中、トラクタ1とトレーラ2とで連結車両を形成し、回動連結部3を中心に回動するようになっている。テレビカメラ4は、トラクタ1のルーフ1aの所定位置、例えば左右方向の中央部に設置されており、カメラ視野角 $\pm\delta_0$ を有している。

【0020】また、トレーラ2の前面パネル2aにおいては、テレビカメラ4との相対的な所定位置、例えば中央部に前面位置検出用マーカース5Fを設け、トレーラ2の側面パネル2bの前方のできるだけ左端2L及び右端2Rに近い位置に左面位置検出用マーカース5L及び右面位置検出用マーカース5Rを設けている。

【0021】このようなトレーラ連結角検出装置を搭載した車両の側面概略図が図2に示されている。この側面図は、図1に示したトレーラ2における左側面パネル2bを見た図であり、図示の如く、テレビカメラ4と前面位置検出用マーカース5Fと左面位置検出用マーカース5Lとがほぼ同じ高さに配置されている。

【0022】また、テレビカメラ4は、トラクタ1内の例えばダッシュボード内に設けた演算処理装置10に接続さ

れている。図3には、上記の各マーカの設置例が示されている。同図(1)においては、前面位置検出用マーカ-5Fとして、図4(1)及び(2)に示すように正方形51の枠内に十字模様52が挿入されたものであり、左面検出用マーカ-5Lとしては、三角形が用いられており、右面検出用マーカ-5Rとしては円マーカ-5Rが用いられている。

【0023】なお、このようなマーカ-5Fに関しては、テレビカメラ4が白黒カメラの場合、少なくとも各マーカの形状を異ならせる必要があるが、色については、枠51と十字模様52は黒とし、その他の部分53を白とすることができる。また、テレビカメラ4がカラーカメラの場合には、図3(2)の実施例に示すように、マーカ-5F、5L、及び5Rを全て同一形状とすると共に、色のみを異ならせることができ、図4(2)に示すように十字模様52を三原色の中の一色とすることもできる。

【0024】すなわち、前面位置検出用マーカ-5Fは、十字模様52のみを三原色の中の一色、例えば 赤色、を用い、左面検出用マーカ-5Lについては 青色、を用い、右面検出用マーカ-5Rについては 緑色、を用いることができる。さらに、同図(3)に示すような四角模様などを用いてもよい。

【0025】図5には、本発明に係るトレーラ連結角装置の実施例(1)及び(2)の電気的な回路構成例が示されており、特に、図2に示した演算処理装置6の構成例が示されている。すなわち、テレビカメラ(白黒又はカラー)4の出力画像を画像メモリ6aに記憶し、この画像メモリ6aに記憶したデータに基づいて画像処理部6bが微分処理、エッジ処理、二値化処理を行ってこの処理結果を演算部6cに与えている。なお、テレビカメラ4にカラーテレビカメラを用いた場合には、画像処理部6bでは色抽出処理も行う。

【0026】なお、このような画像認識技術については、例えば特公平6-52554号公報に記載されている公知の技術を用いることができる。また、演算部6cは、各マーカの種々のパターン(形状/色彩)を予め記憶している。図6は、上記のような演算処理装置6に格納され且つ実行される処理プログラムのフローチャートを示したものであり、特に実施例(1)による前面位置検出用マーカ-5Fのみを用いて連結角 $\theta$ を求める処理手順を示している。以下、この図6を参照して実施例(1)の動作を説明する。

$$X_F = a \cos \theta$$

$$Y_F = a \sin \theta$$

また、マーカ-5Fの中心点の座標は次式で表わされる。

$$[d - X_F, Y_F] = [d - a \cos \theta, a \sin \theta]$$

従って、角度 $\delta_F$ は次式で与えられる。

$$\delta_F = \arctan(a \sin \theta / (d - a \cos \theta))$$

なお、このようにして求めたマーカ画像の角度 $\delta_F$ と連結角 $\theta$ との関係をマップとして演算部6cの記憶装置(図示せず)に記憶しておき、検出した角度 $\delta_F$ から連

【0027】まず、演算処理装置6における画像メモリ6aはテレビカメラ4の出力画像を取り込んで、画像処理部6bに与えると、この画像処理部6bでは撮影した画像の画像処理及び画像認識を実行して(ステップS1)、前面位置検出用マーカ-5Fをパターン認識しているか否かを判定する(同S2)。このパターン認識処理について以下に詳述する。

【0028】まず、図7に示すように、トレーラ2がトラクタ1に対して連結角 $\theta$ を発生させた屈曲状態にあるとき、テレビカメラ4によって撮影された前面位置検出用マーカ-5Fの中心位置はテレビカメラ4と回動連結部3とを結ぶ中心線(基準線)から角度 $\delta_F$ だけずれることになる。

【0029】これを図8の画像例で説明すると、トレーラ2が直進状態にある時には、同図(1)に示すようにマーカ-5Fは上記の中心線上にあるため、角度 $\delta_F$ は基準位置“0”に一致している。なお、この画像の両端はテレビカメラ4の左右視野角 $\pm \delta_0$ になっており、トレーラ2の左端2L及び右端2Rがこの視野角 $\pm \delta_0$ の僅かに内側に位置している。

【0030】そして、同図(2)に示すように、例えば左屈曲角が約20°になった場合には前面位置検出用マーカ-5Fの中心位置の角度は $\delta_F$ となると共に左右の幅が圧縮された画像になっている。従ってステップS2において前面位置検出用マーカ-5Fを認識していることが分かったときには、同図(2)で示した前面位置検出用マーカ-5Fの画像位置から角度 $\delta_F$ を検出する(同S3)。

【0031】なお、演算部6cは、マーカ-5Fの種々の形状を予め記憶しており、これにより、同図(1)及び(2)のいずれの場合、あるいは後述する同図(3)及び(4)に示すような場合でもパターン認識が可能となる。また、テレビカメラ4の最大視野角 $\delta_0$ は分かっているため、検出された角度位置 $\delta_F$ の画像内の位置を最大視野角 $\delta_0$ と比較することで $\delta_F$ の絶対値を算出することができる。

【0032】この後、検出した角度 $\delta_F$ を基にトレーラの連結角 $\theta$ を求める。このように角度 $\delta_F$ から連結角 $\theta$ を求める原理を、図7を用いて以下に説明する。まず、諸定数を以下のとおりとする。

【0033】d: テレビカメラ4と回動連結部3との距離

a: トレーラ前面パネル2と回動連結部3との距離

これらの定数を用いると次式が得られる。

$$\dots\dots\text{式(1)}$$

$$\dots\dots\text{式(2)}$$

【0034】

$$\dots\dots\text{式(3)}$$

$$\dots\dots\text{式(4)}$$

連結角 $\theta$ を読み出す(同S4)ようにすれば、上記の計算を一々実行する必要がなくなる。

【0035】すなわち、演算部6cは、図9の特性曲線Aで

示す連結角 $\theta$ とマーカー5Fの角度 $\delta_F$ との関係をマップとして予め記憶しておけばよい。なお、同図中の曲線Bはトレーラ2の左端2Lの検出軌跡を示している。この左端2Lは全角度において検出可能であるが、マーカー5Fは $0 \sim 80^\circ$ 位までが検出可能範囲であることが分かる。

【0036】このようにして、式(4)における角度 $\delta_F$ の極性で示される屈曲方向と連結角 $\theta$ とが決定される。(同S5)。一方、ステップS2において前面位置検出用マーカーを認識できなかったときには、連結角検出ができなかった旨の通知を運転者及び制御システムに通知する(同S6)。

【0037】すなわち、正しい前面位置検出用マーカー5Fを認識していないときは、

- ①トレーラ2の屈曲角が非常に大きくなっていてテレビカメラ4で前面位置検出用マーカー5Fが撮影できない、
- ②前面位置検出用マーカー5Fに汚れや破損があって認識できない、
- ③コンピュータやその他の装置が故障した、等の理由が考えられるので運転者や連結角を利用して制御しているシステム側に「連結角検出不能情報」を通知する。

【0038】ここで、上記の実施例(1)の場合には図7に示すように前面位置検出用マーカー5Fが常に検出されていることを前提にしており、連結角 $\theta$ が大きくなってくると、前面位置検出用マーカー5Fはテレビカメラ4の視野角 $\pm \delta_0$ の範囲外になってしまうが、この時には前面位置検出用マーカー5Fを検出できないため、上記の如く運転者や制御システム側に、「連結角検出不能情報」を通知するだけである。

【0039】そこで、このような場合に対処するため、本発明に係るトレーラ連結角検出装置の実施例(2)では、図1で説明したようにトレーラ2の側面パネル2bにおいて、左面位置検出用マーカー5Lと右面位置検出用マーカー5Rをそれぞれ左端2L及び右端2Rの近くに取り付けると共に、演算処理装置6が図10に示すような処理手順を実行することにより連結角 $\theta$ を求めることが可能になる。なお、この実施例(2)の回路構成例は図5に示した実施例(1)のものと同じでよい。

【0040】以下、図10のフローチャートを参照してこの実施例(2)の処理手順を説明する。まず、この図10のフローチャートのステップS1～S5は、図6に示したフローチャートに対応しており、ステップS11～S18が新たに加えられている点が異なっている。

【0041】すなわち、ステップS4が実行されて連結角 $\theta$ が求められた後、演算処理装置6の演算部6cは、この連結角 $\theta$ が所定値を超えているか否かを判定する(ステップS11)。これは、連結角 $\theta$ がかなり大きくなると、図8(3)及び(4)に示す如く、テレビカメラ4が前面位置検出用マーカー5Fを見る斜め角度が大きくなり、前面位置検出用マーカー5Fより側面位置検出用マーカー(図8の例

ではマーカー5L)をパターン認識する方が誤差が小さくなるので、連結角 $\theta$ が所定値以上のときは、側面位置検出用マーカーの認識に切り換えることが望ましいからである。なお、この所定値は一例として約 $60^\circ \sim 70^\circ$ である。

【0042】ステップS11の結果、連結角 $\theta$ が所定値以下であった場合は、図6と同様にステップS5に進むが、そうでないときにはステップS12へ進み、左面位置検出用マーカー5Lを認識しているか否かを判定する。認識していればステップS13へ進み、認識していなければステップS14へ進む。この側面位置検出用マーカー5L, 5Rの場合も予めパターンを種々記憶しておき、マッチングするものを見つければよい。

【0043】ステップS13では屈曲方向を 左 $\nearrow$ と認識し、画像内での側面位置検出用マーカー5Lの角度 $\delta_L$ を検出してステップS18へ進む。ステップS14においては、右側の側面位置検出用マーカー5Rを認識しているか否かを判定する。認識していればステップS15へ進み、認識していなければステップS16へ進む。

【0044】ステップS15においては、屈曲方向を 右 $\searrow$ と認識し、画像内での側面位置検出用マーカー5Rの角度 $\delta_R$ を検出してステップS17へ進む。ステップS16においては、連結角 $\theta$ が所定値以上ののに側面位置検出用マーカー5L, 5Rを共に認識できないと共に前面位置検出用マーカー5Fも認識できない(ステップS2)ので、

- ①側面位置検出用マーカーの汚れや破損、
- ②コンピュータや装置の故障、等が発生していると判断されるので故障ウオーニングを発生してこのルーチンを出る。

【0045】ステップS17及びS18においては、それぞれ検出した角度 $\delta_R$ 及び $\delta_L$ の値を基に側面位置検出用のマップから連結角 $\theta$ を読み出してステップS5へ進む。ここで、側面位置検出用マーカー5L, 5Rから連結角 $\theta$ を求める原理について説明する。

【0046】図11は、1台のテレビカメラ4を用いた場合において、左面位置検出用マーカー5Lを検出してトレーラ連結角 $\theta$ を求める場合の説明図であり、まず、以下のようにして左面位置検出用マーカー5Lの角度位置 $\delta_L$ を求める。まず、予め分かっている諸定数は次のとおりである。

【0047】d : カメラとトレーラ回動中心点の距離  
W : トレーラ幅の1/2  
a : 左面検出用マーカー5Lから水平基準線に下ろした直線とトレーラ回動中心3との距離  
従って、これらの定数を用いると回動中心3と左面検出用マーカー5Lとを結ぶ線とトレーラ中心線との成す角 $\phi$ は次式で与えられる。

【0048】

$$\phi = \arctan(W/a)$$

……式(5)

また、回動中心点3と左面検出用マーカ-5Lとの距離Aは  

$$A = \sqrt{(W^2 + a^2)}$$

さらに、

$X_L$  : 左面検出用マーカ-5Lの水平基準線からの距離

$Y_L$  : 左面検出用マーカ-5Lのトレーラ回動中心3からの距離

$$X_L = A \cos(\theta - \phi)$$

$$Y_L = A \sin(\theta - \phi)$$

また、カメラ4を座標の原点0とすると左面検出用マーカ-5Lの座標は $[d - X_L, Y_L]$ であり、従って角度 $\delta_F$ は次式で  

$$\delta_L = \arctan(Y_L / (d - X_L))$$

従って、この式(9)に式(7)及び(8)を代入して変形すれば、連結角 $\theta$ が求められる。この場合も実施例(1)と同様に側面用マップとして連結角 $\theta$ と角度 $\delta_F$ との関係を予め記憶しておけばよい。

【0051】図12においては、1台のテレビカメラ4を用いた場合においてトレーラ2が最大に屈曲したときの図を示しており、この場合においても、上記と同様にして連結角 $\theta$ を正確に演算することができる。上記の実施例(1)及び(2)においては、テレビカメラを1台用いているが、図13に示す本発明に係るトレーラ連結角検出装置の実施例(3)のようにトラクタ1の左右方向の両端位置にテレビカメラ4L, 4Rを用いることも可能である。

【0052】なお、この実施例(3)では上記の側面位置検出用マーカ-を用いていないが、検出可能な連結角 $\theta$ の範囲を広げるために、上記の実施例(1)及び(2)と同様に側面位置検出用マーカ-を用いることも勿論可能である。図14は、このように2台のテレビカメラを用いた実施例(3)の回路構成例を示しており、右側テレビカメラ4Rの出力画像は、演算処理装置6における画像メモリ6aRに入力されて画像処理部6bに与えられると共に、左側テレビカメラ4Lは、画像メモリ6aLを経由して画像処理部6bに与えられ、演算部6cで所定の演算が行われるようになっている。

【0053】図15は、このような2台のテレビカメラを用いた実施例(3)の演算処理装置6に格納され且つ実行されるプログラムのフローチャートを示したものであり、以下、このフローチャートを参照してこの実施例(3)の処理手順を説明する。まず、左右両カメラ4L, 4Rの撮影画像の画像処理及び画像認識を実行する(ステップS21)。これは、上記の図6及び図10におけるステップS1に対応している。

【0054】ステップS21によって得られた画像認識結果に基づき、いずれかのテレビカメラ4R, Lが前面位置検出用マーカ-5Fを認識しているか否かを判定する(同S22)。この結果、前面位置検出用マーカ-5Fを認識していることが分かったときには、両方のカメラ4L, 4Rで認識しているか否かを判定し(同S23)、認識しているならステップS24へ進み、片方のカメラだけであるならステップS32へ進む。

次式で与えられる。

……式(6)

$\delta_L$  : カメラと左面検出用マーカ-を結ぶ線と水平居基準線のなす角とすると、次式が得られる。

【0049】

……式(7)

……式(8)

表される。

【0050】

……式(9)

【0055】ステップS24においては、両方のカメラ4L, 4Rでマーカ-5Fを認識しているので、それぞれ、画像内のマーカ-5Fの画像位置の角度 $\delta_{FR}$ と $\delta_{FL}$ を検出して、ステップS25へ進む。ステップS25においては、角度 $\delta_{FR}$ と $\delta_{FL}$ の値を基に、マップからトレーラ連結角 $\theta$ の情報を読み取りステップS26へ進む。

【0056】この時のマップが図16に示されており、このマップ例では、特に右側カメラ4Rから得られるマーカ-5Fの角度 $\delta_F$ からトレーラ連結角 $\theta$ を曲線Aにより読み取ることができる。なお、左側カメラ4Lについては図示していないが、同様にマップ化できることは言うまでもない。

【0057】ステップS26においては、上記のマップから得られた連結角情報に基づき、屈曲しているか否かを判定し、屈曲していればステップS27へ進み、屈曲していなければステップS28へ進む。ステップS27においては、屈曲方向を連結角 $\theta$ の極性から判断し、右屈曲ならステップS29へ進み、左屈曲ならステップS30へ進む。

【0058】ステップS28においては、連結角 $\theta = 0$ と置いてステップS31へ進む。ステップS29においては、右屈曲のときであるので、反対側の左側カメラ4Lの検出値 $\delta_{FL}$ を基にマップから連結角 $\theta$ を読み出してステップS31へ進む。ステップS30においては、左屈曲のときであるので、やはり反対側の右側カメラ4Rの検出値 $\delta_{FR}$ を基にマップから連結角 $\theta$ を読み出してステップS31へ進む。

【0059】ここで、右側カメラ4Rによって、前面位置検出用マーカ-5Fの角度位置 $\delta_{FR}$ を求める原理を図17により説明する。図17は、2台のテレビカメラ4L, 4Rを用いて前面位置検出用マーカ-5Fを検出し、トレーラ連結角 $\theta$ を求める演算方法についての説明図であり、トラクタ1の左右方向の中央部でテレビカメラ4L, 4Rを結ぶ前面位置を座標の原点0とし、トラクタ1の直進方向をX座標(後方向が+側)、左右方向をY座標(右方向が+側)として以下のようにして求めることができる。

【0060】まず、右側カメラ4Rの座標は、原点0からカメラ4Rまでの距離をhとすると、 $[0, h]$ となるので、上記の式(1)～(3)を本実施例においても同様に適用すると、右側カメラ4Rの角度 $\delta_{FR}$ は次式で与えられる。

$$\delta_{FR} = \arctan \frac{h - a \cdot \sin \theta}{a \cdot \cos \theta - d} \quad \cdots \cdots \text{式(10)}$$

なお、その他の各諸定数は上記と同様である。また、左側カメラ4Lについても同様に角度 $\delta_{FL}$ を求めることができる。

【0061】このようにして、両方のカメラ4L, 4Rで前面位置検出用マーカ-5Fを認識している場合に、その屈曲方向と連結角 $\theta$ を決定したが、ステップS23において何れか一方しか前面位置検出用マーカ-5Fをパターン認識できなかったときには次のように実行される。

【0062】まず、ステップS32においては、そのカメラが右側カメラ4Rであるなら左屈曲、左側カメラ4Lであるなら右屈曲していると判定してステップS33へ進む。ステップS33においては、そのカメラの画像内の検出用マーカ-5Fの角度 $\delta_{FR}$ 又は $\delta_{FL}$ を検出してステップS34へ進む。

【0063】ステップS34では検出した角度 $\delta_{FR}$ 又は $\delta_{FL}$ の値を基に図16に示したマップから連結角 $\theta$ を読み出し、ステップS31へ進む。なお、ステップS22において、何れのカメラも前面位置検出用マーカ-5Fを認識していない場合には、上記と同様に運転者や連結角を利用して制御しているシステム側に上記と同様の連結角検出不能情報を通知してこのルーチンを出る。

【0064】図18は上記のように2台のテレビカメラ4L, 4Rを用いた場合において、各々のカメラを内側に一定角度 $\phi$ だけ向けて取り付けた実施例(4)を示している。この場合、前面位置検出用マーカ-5Fは回動連結部3を中心として回動するだけであるから、そのY方向の移動量は小さい。従って、カメラ4L, 4Rの視野角はトレーラ2が屈曲したときのこの前面位置検出用マーカ-5Fの移動軌跡が含まれる範囲のものでよいことになる。

【0065】一方、図13に示す実施例(3)のようにカメラ4L, 4Rを真っ直ぐ後向きに取り付けた場合は、トレーラ2が屈曲していない状態でも前面位置検出用マーカ-5Fを検出する必要があるのでカメラの視野角をある程度まで大きくしなければならない。このとき、カメラの外側の視野には外界が非常に大きく映し出されてしまう。

【0066】しかしながら、この実施例(4)のようにカメラ4L, 4Rを内側に向けて取り付けることにより、視野角が比較的小さなカメラを使用することができるので、外側外界のノイズ物体の影響を大幅に減少させることができると共に、コスト的にも低減が可能となる。

【0067】なお、カメラ4L, 4Rを内側に向けて取り付ける場合も、連結角 $\theta$ と画像内の前面位置検出用マーカ-5Fとの関係を図16とは別のマップに記憶しておき、検出されたマーカ-5Fの角度 $\delta_{FL}$ ,  $\delta_{FR}$ を基に連結角 $\theta$ を読み出すようにしてもよいことは言うまでもない。

【0068】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係るトレ

ーラ連結角検出装置によれば、トラクタにテレビカメラを設置し、トレーラの前面パネルにおいてテレビカメラと相対的に所定の位置になるように前面位置検出用マーカ-を設置し、テレビカメラの出力画像内の前面位置検出用マーカ-の画像位置を検出することによりトレーラの連結角を求めるように構成したので、トラクタとトレーラの連結角を正確で安全上の問題がなく、且つ構造が簡単であり、非接触式で検出することが可能となる。

【0069】また、該求めた連結角が所定値より大きい場合又は前面位置検出用マーカ-が検出できない場合でも、トレーラの両側面前方にそれぞれ側面位置検出用マーカ-を設置しておき、この側面位置検出用マーカ-を検出したときに、同様にしてそのマーカ-の画像位置を検出することによりトレーラの連結角を検出することも可能である。

【0070】さらには、テレビカメラをトラクタの左右端部に1台ずつ設置しておき、両カメラの出力画像からトレーラの屈曲方向を検出し、その屈曲方向に応じて選択的にカメラの出力画像を使用して連結角を検出することも可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るトレーラ連結角検出装置の実施例(1)を平面的に示した図である。

【図2】図1の実施例(1)を左側面から見たときの概略図である。

【図3】本発明に係るトレーラ連結角検出装置において、トレーラの前面又は側面に設けられる検出用マーカ-の設置例を示した図である。

【図4】図3に示した各マーカ-の変形例を示した図である。

【図5】本発明に係るトレーラ連結角検出装置の実施例(1)及び(2)の回路構成例を示したブロック図である。

【図6】本発明に係るトレーラ連結角検出装置の実施例(1)の動作フローチャート図である。

【図7】本発明の実施例(1)において連結角を求める原理を説明するための平面図である。

【図8】本発明に係るトレーラ連結角検出装置においてテレビカメラによって撮影される画像例を示した図である。

【図9】本発明に係るトレーラ連結角検出装置において1台のカメラを用いた場合の連結角と角度 $\delta_F$ との関係及び検出可能範囲を示したマップ図である。

【図10】本発明に係るトレーラ連結角検出装置の実施例(2)の動作フローチャート図である。

【図11】図10に示した実施例(2)において連結角を求めるための原理を説明するための平面図である。

【図12】本発明に係るトレーラ連結角検出装置において



トレーラが最大に屈曲したときの例を示した平面図である。

【図13】本発明に係るトレーラ連結角検出装置において2台のテレビカメラを用いたときの実施例(3)を示した概略平面図である。

【図14】本発明に係るトレーラ連結角検出装置の実施例(3)及び(4)における回路構成例を示したブロック図である。

【図15】本発明に係るトレーラ連結角検出装置の実施例(3)の動作フローチャート図である。

【図16】本発明に係るトレーラ連結角検出装置の実施例(3)に用いる連結角と角度 $\delta_F$ との関係及び検出可能範囲を示したマップ図である。

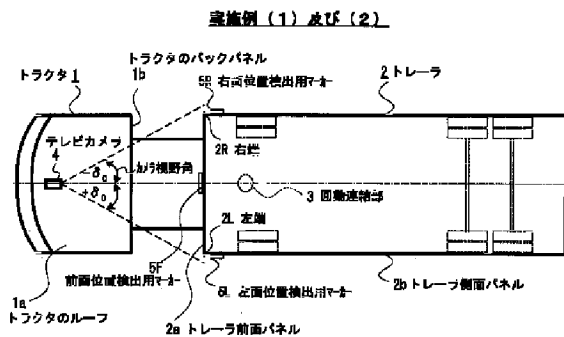
【図17】本発明に係るトレーラ連結角検出装置の実施例(3)において連結角を求める原理を説明するための平面図である。

【図18】図13に示す実施例において、両側のテレビカメラの向きを内側に向けたときの実施例(4)を示した平面図である。

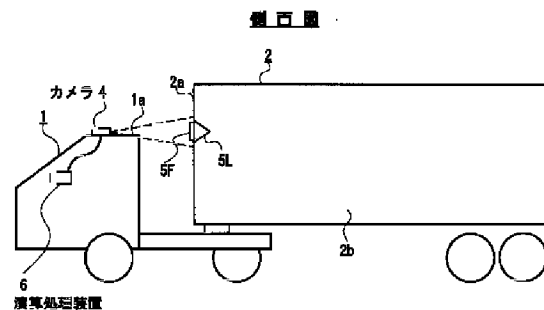
# 【符号の説明】

- 1   トラクタ
  - 1a   トラクタのルーフ
  - 2   トレーラ
  - 2a   トレーラ前面パネル
  - 2b   トレーラ側面パネル
  - 3   回動連結部
  - 4, 4L, 4R   テレビカメラ
  - 5F   前面位置検出用マーカ
  - 5L   左面位置検出用マーカ
  - 5R   右面位置検出用マーカ
  - 6   演算処理装置
  - 6a   画像メモリ
  - 6b   画像処理部
  - 6c   演算部
  - $\theta$    連結角
  - $\pm \delta_0$    カメラ視野角
  - $\delta_F, \delta_L, \delta_{FR}, \delta_{FL}$    マーカ検出角度
- 図中、同一符号は同一又は相当部分を示す。

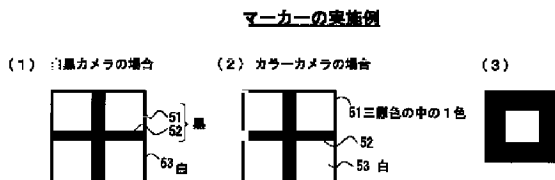
【図1】



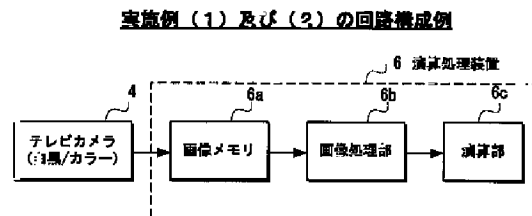
【図2】



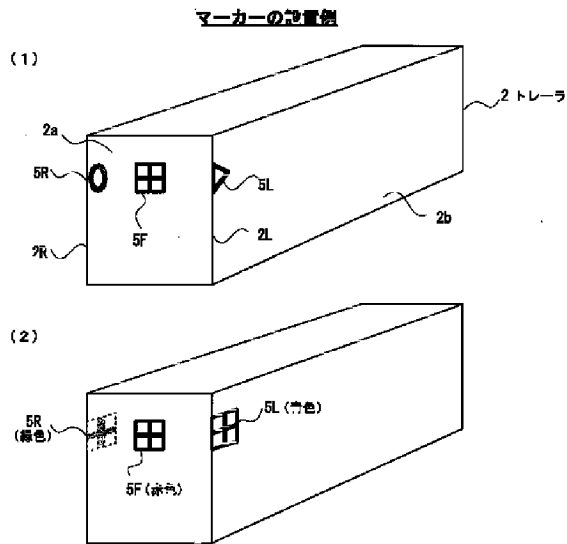
【図4】



【図5】

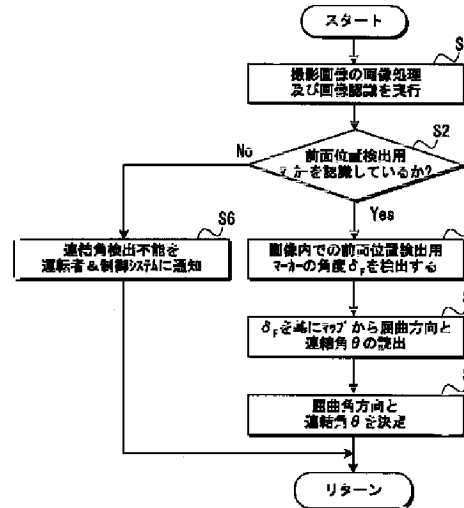


【図3】



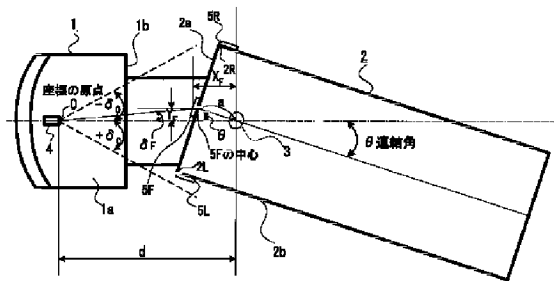
【図6】

実施例(i)のフローチャート



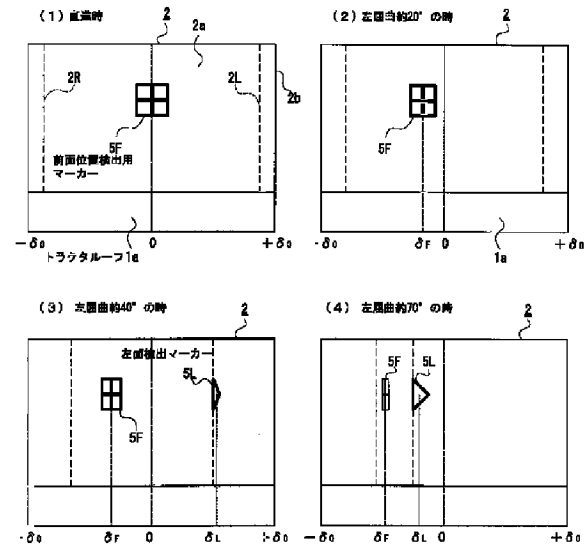
【図7】

実施例(1)の連結角算出原理図



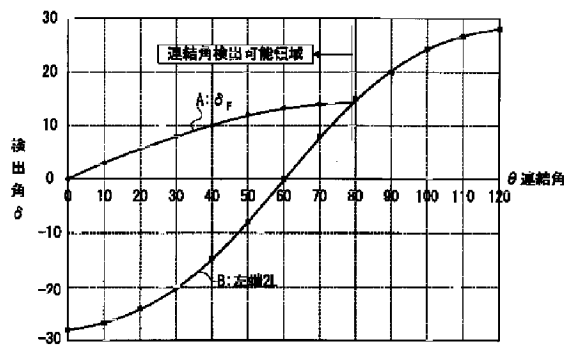
【図8】

図 8 例



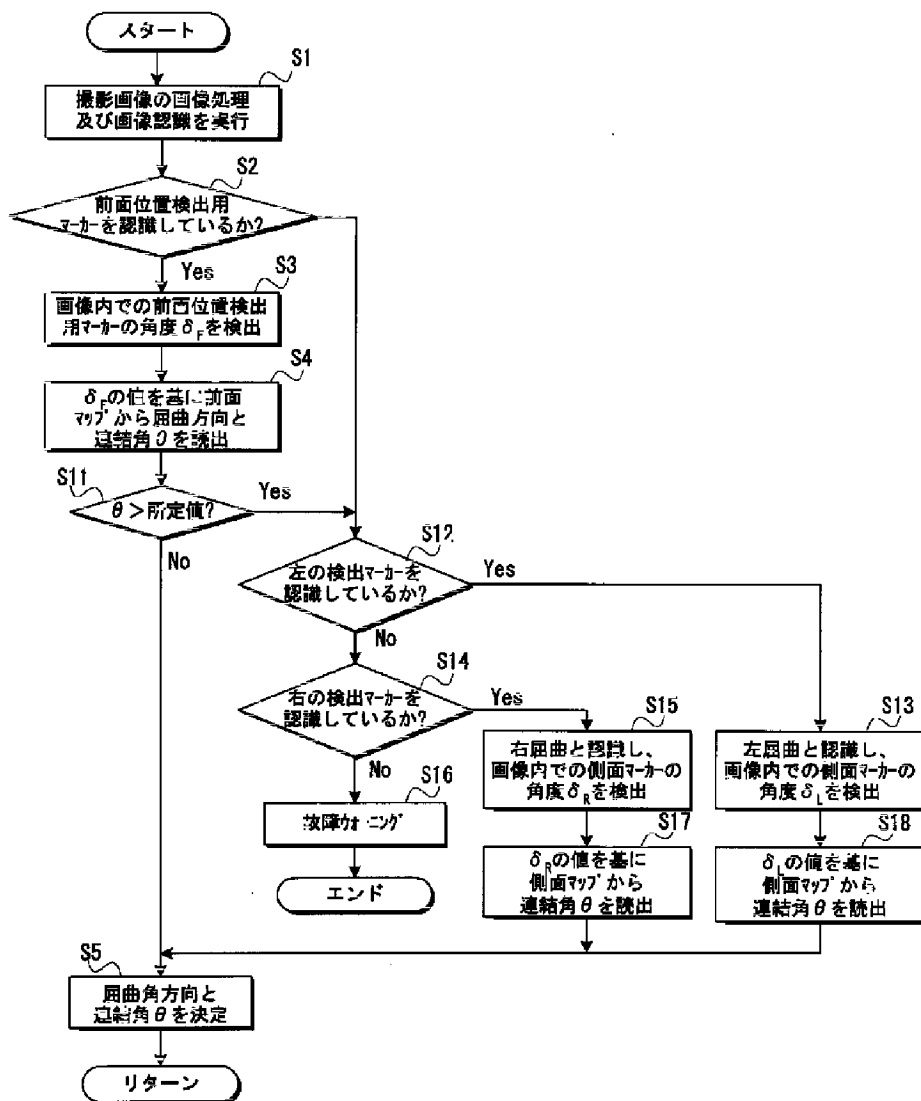
【図9】

中央カメラの検出可能範囲



【☒ 10】

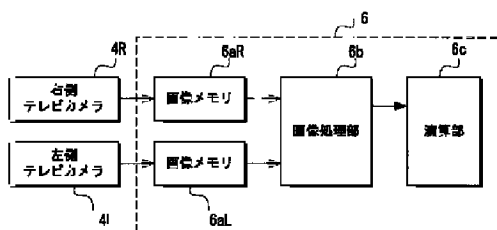
### 実施例（２）のフローチャート



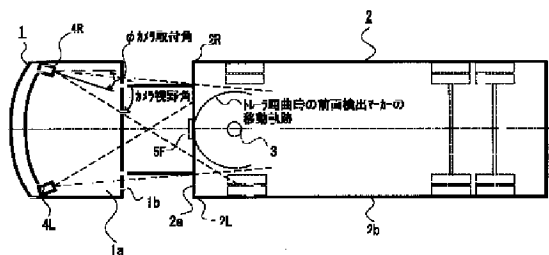
【※14】

【例 18】

### 実施例（３）及び（４）の回路構成例

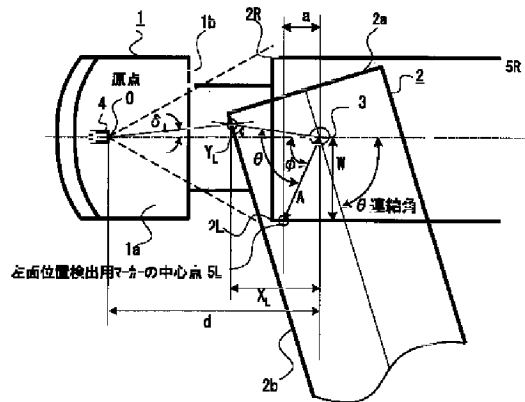


#### 实验四 (4)



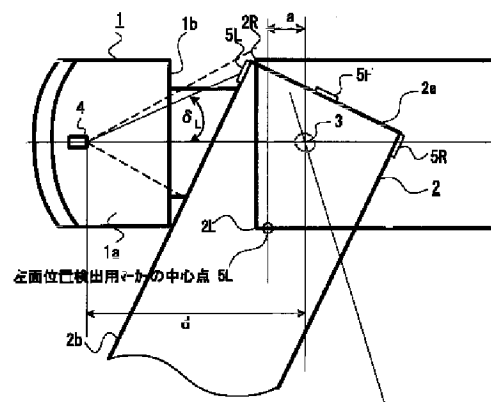
【図11】

実施例(2)の連結角算出原理図



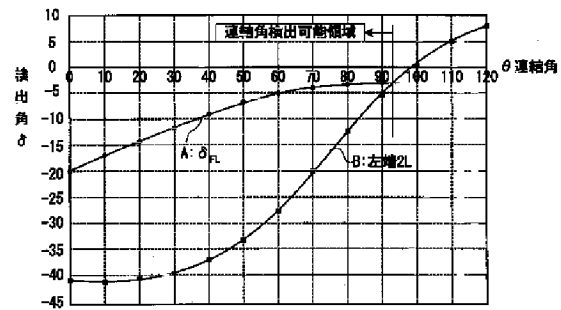
【図12】

拡大図例



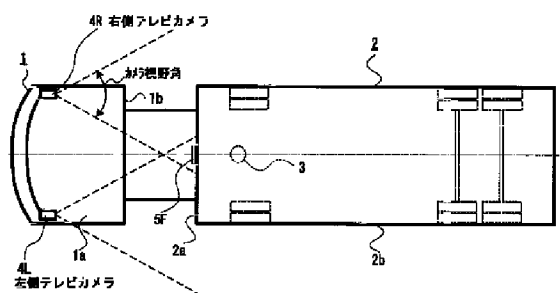
【図16】

右側カメラの検出可能範囲



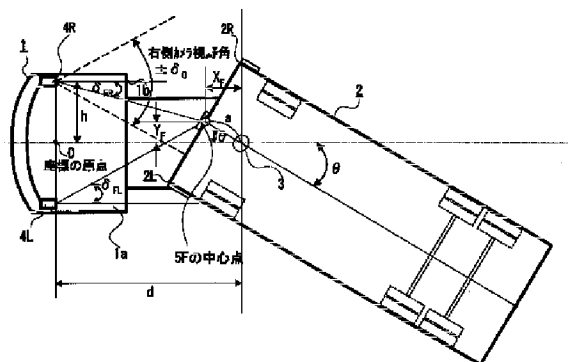
【図13】

実施例(3)



【図17】

実施例(3)の連結角算出原理図



【図15】

## 実施例(3)のフローチャート

